

Реализация фотореалистичной визуализации в современных светотехнических программах

Васильева Ю. О., к.т.н., доц., Ляшенко Е. Н., доц.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства,
ул. Революции, 12, Харьков, 61002,*

JuliaVasileva@kname.edu.ua, OlenaLyashenko@kname.edu.ua

С появлением методов синтеза реалистичных изображений, основанных на физически корректном моделировании распространения света, область применения компьютерной графики существенно расширилась. Созданные алгоритмы и программные средства стали представлять интерес для использования в архитектуре, градостроительстве, проектировании систем освещения, в автомобильной и авиационной промышленности и др.

В основе моделирования распространения света лежат законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, принцип обратимости (именно этот принцип позволяет моделировать распространение света как в прямом направлении – от источника света, так и в обратном – от глаза наблюдателя), законы отражения и преломления света.

Распространение света рассчитывается с помощью алгоритма трассировки лучей, предложенного впервые в работе Whitted. В этом алгоритме происходит трассировка луча от глаза наблюдателя через каждую точку экрана, называемую пикселем (от англ. pixel – picture element), до пересечения его с объектом сцены. Классической трассировке лучей соответствует модель точечной камеры. Она основана на предположении, что размер устройства, воспринимающего световую энергию (например, глаз или объектив камеры), можно считать бесконечно малым по сравнению с расстояниями до объектов сцены. В этом случае для каждой точки экрана можно однозначно указать телесный угол и найти поверхности, пересекаемые этим телесным углом, т.е. видимые через эту точку. В общем случае яркость данной точки определяется усреднением яркостей всех поверхностей, видимых через нее. В простейшем случае мы просто рассматриваем один луч, проходящий через середину точки экрана.

Луч трассируется в обратном к распространению света направлении: от наблюдателя к источнику света, что было предложено еще в 1968 году. В понятие трассировки вкладывается нахождение пересечения луча с ближайшим объектом. В точке взаимодействия луча с объектом рассчитывается ее яркость в зависимости от освещенности точки и свойств поверхности пересеченного объекта. Вычисление освещенности точки требует трассировки лучей, направленных на источники света, и порождающих (преломленных сквозь объект и отраженных от него) лучей. С помощью луча на источник света определяется, освещена ли точка данным источником или находится в тени, если между точкой и источником присутствует непрозрачный объект. Направления отраженных и преломленных лучей строго определены законами геометрической оптики. Поэтому этот метод называется обратной детерминистической трассировкой лучей. Метод правильно рассчитывает первичное освещение (т.е. прямое освеще-

ние от источника света), тени и отражения в зеркальных поверхностях. Он формирует итоговое реалистичное изображение, т.е. отображает рассчитанную освещенность на плоскость экрана монитора.

Однако метод является исключительно неэффективным, если в сцене встречаются большие светящиеся поверхности, одним из ярких примеров которых является небесная полусфера. Стандартный путь представления светящихся поверхностей в виде набора точечных приводит к тому, что в сцене появляются тысячи (а иногда и сотни тысяч) вспомогательных источников. В соответствующей пропорции падает и скорость генерации изображения.

Для таких сцен эффективнее использовать стохастическую обратную трассировку лучей. В этом методе луч также трассируется через пиксель до пересечения с объектом, однако освещенность точки пересечения рассчитывается с помощью набора лучей, выпущенных из данной точки стохастическим образом в направлении площадного источника (или небесной полусферы в случае расчета естественного освещения). Так как в большинстве случаев достаточно несколько сотен лучей, чтобы получить верную оценку освещенности точки, то обратная стохастическая трассировка лучей получается на порядки более быстрой, чем детерминистическая.

Задача физически корректного моделирования распространения света сводится к решению задачи глобальной освещенности, когда учитывается не только прямая освещенность поверхностей сцены лучами, идущими непосредственно от источников света, но и вторичная освещенность, создаваемая лучами, отраженными или преломленными другими поверхностями. Модель распространения света, принятая в большинстве методов генерации физически корректных изображений, описывается уравнением рендеринга. Уравнение действует в рамках геометрической оптики и не позволяет моделировать явления, обусловленные волновыми свойствами света. Такая аппроксимация является приемлемой во многих приложениях.